

BIẾN THIÊN THEO THỜI GIAN CỦA LỚP E VÀ LỚP F ĐIỆN LY QUAN SÁT ĐƯỢC TẠI ĐÀI ĐIỆN LY PHÚ THỤY, VIỆT NAM

LÊ HUY MINH, PHẠM VĂN TRÌ

1. Mở đầu

Tầng điện ly có thể được xác định như là lớp khí quyển ở độ cao từ khoảng 50 đến 1.000 km, trong đó số lượng các ion và các điện tử là đủ lớn để có thể ảnh hưởng tới sự truyền sóng radio. Động học của quá trình thành tạo tầng điện ly liên quan tới sự cân bằng giữa quá trình sinh và làm mất các hạt tích điện trong lớp khí quyển trên cao. Cả hai quá trình này đều phụ thuộc vào độ cao. Nguồn sinh điện tích chủ yếu trong tầng điện ly là ánh sáng cực tím và các tia X mềm (năng lượng thấp) ở cuối dải bước sóng ngắn của phổ bức xạ Mặt Trời. Sự mất mát của các điện tích trong các lớp của tầng điện ly chủ yếu do quá trình tái hợp của các hạt tích điện và vận chuyển các điện tích ra ngoài. Ngoài bức xạ ánh sáng, các bức xạ hạt của Mặt Trời cũng đóng góp vào quá trình ion hóa trong tầng điện ly. Chính vì vậy biến đổi của tầng điện ly ngoài chu kỳ cơ bản là một ngày đêm theo chu kỳ quay ngày đêm của Trái Đất xung quanh trục của nó, còn có chu kỳ theo mùa và chu kỳ hoạt động Mặt Trời. Tuy nhiên quy luật biến đổi ở mỗi lớp tương đối phức tạp phụ thuộc vào nhiều yếu tố đặc biệt là trường từ Trái Đất.

Đài điện ly Phú Thụy (Hà Nội) nằm ở vĩ độ từ 10,2 °N (tính theo mô hình IGRF-1990 [7]), nằm trong vùng cận xích đạo gần đỉnh dị thường lớp F (thường gọi là dị thường "Appleton") [4, 8, 10], đặc trưng cấu trúc của tầng điện ly bị chi phối mạnh bởi đặc điểm này. Bài báo này xem xét một cách khái quát ảnh hưởng của Mặt Trời tới các thông số đặc trưng cơ bản là chiều cao hiệu dụng h'E, h'F, h'F2, và các tần số tới hạn foE, foF1, foF2 tương ứng của các lớp E, F1 và F2 của tầng điện ly theo số liệu quan sát tại đài Điện ly Phú Thụy từ tháng 8 năm 1962 đến tháng 12 năm 1999, khoảng

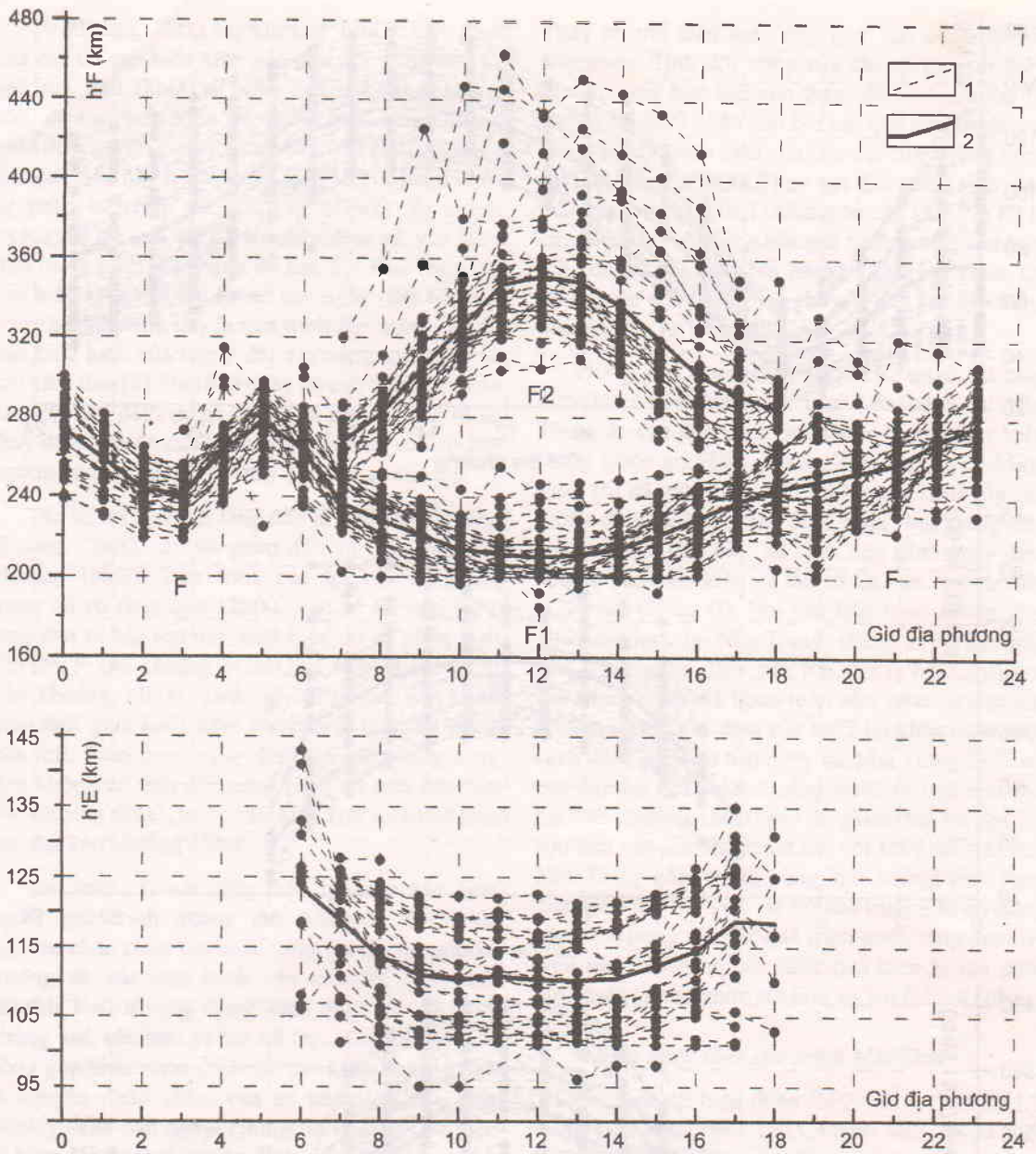
thời gian này kéo dài hơn 3 chu kỳ hoạt động của Mặt Trời, nhằm làm sáng tỏ những quy luật biến đổi cơ bản của tầng điện ly tại Hà Nội.

2. Tài liệu thăm dò thẳng đứng tại đài điện ly Phú Thụy

Đài điện ly Phú Thụy thành lập từ tháng 8 năm 1962 cho đến nay, đã dùng ba loại thiết bị để quan sát các thông số cơ bản của tầng điện ly theo kỹ thuật thăm dò thẳng đứng truyền thống : máy IRX - Hungari (1962-1966), máy AIC - Liên Xô (cũ) (1967-1994) và hệ thống thăm dò thẳng đứng ghi số IPS-71- Úc (1995 đến nay). Việc đo đạc được tiến hành thường xuyên với bước thời gian là 15 phút theo quy trình được sử dụng thông thường trên các đài điện ly toàn thế giới. Với hệ thống máy IRX và AIC, tín hiệu thăm dò sau khi phản hồi từ tầng điện ly được hiện trên màn hình và ghi lại bằng phim. Trong hệ thống thăm dò IPS-71, tín hiệu phản hồi được ghi lại tự động dưới dạng file số và hiển thị trên màn hình máy tính thông thường bằng một phần mềm chuyên dụng. Hiển nhiên việc xử lý điện ly đồ của hệ thống IPS-71 đơn giản và thuận tiện hơn nhiều.

3. Tiến trình ngày đêm trung bình của các chiều cao biểu kiến và các tần số tới hạn của lớp E và F

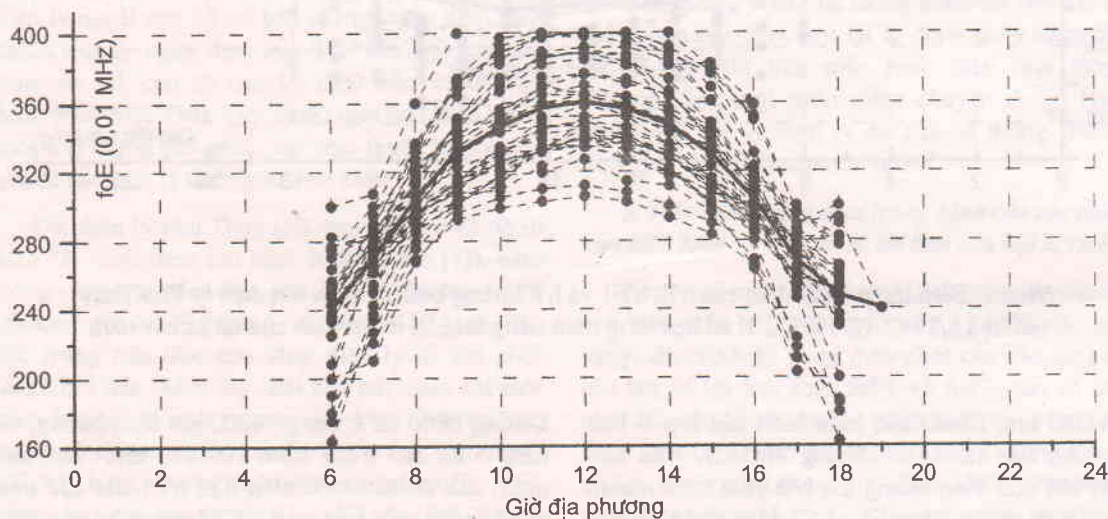
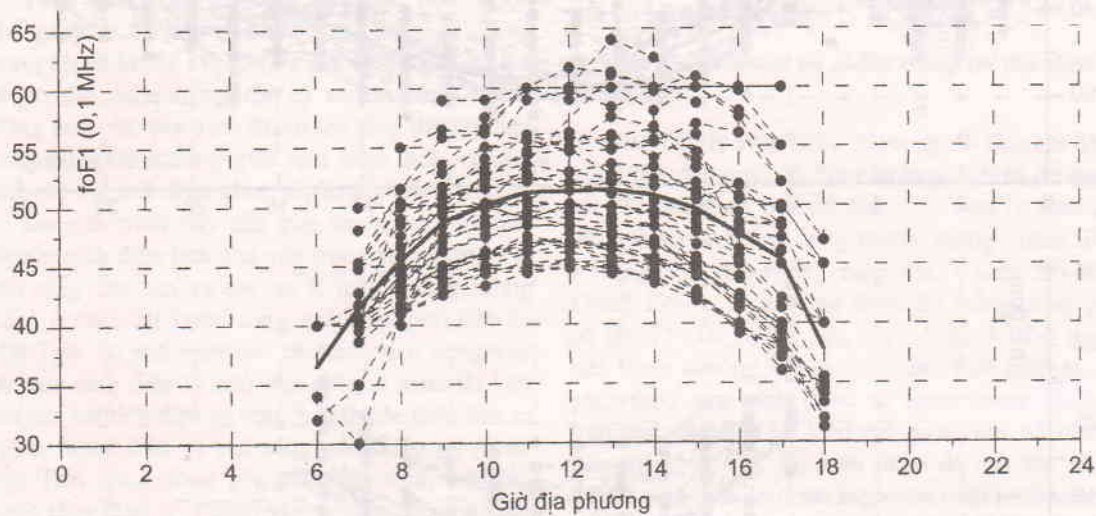
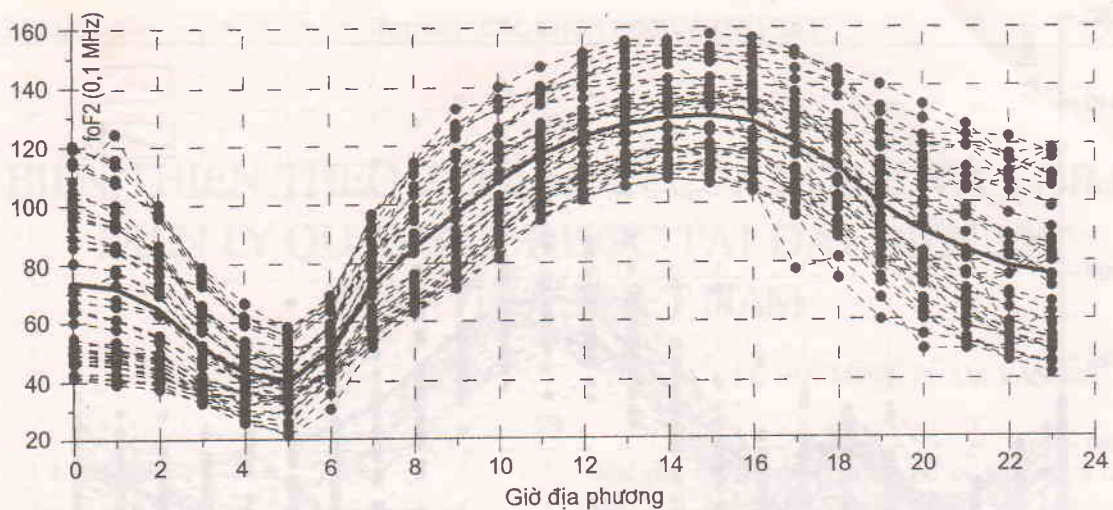
Tiến trình ngày đêm trung bình năm của các độ cao biểu kiến h'E, h'F (hoặc h'F1 và h'F2 vào ban ngày- độ cao hiệu dụng thấp nhất của các lớp) và các tần số tới hạn foE, foF1 và foF2 (tần số cao nhất của sóng bình thường phản xạ từ các lớp) tính được trên cơ sở các giá trị median của từng tháng số liệu trong năm trong giai đoạn 1962-1999 được minh họa trên hình 1 và 2. Chúng ta thấy lớp F của tầng điện ly tồn tại cả ngày lẫn đêm. Vào ban đêm lớp F biến đổi ít trong dải độ cao trung bình từ 240



Hình 1. Biến thiên ngày đêm của h'E, h'F1 và h'F2 trung bình năm tại đài điện ly Phú Thụy (số liệu 8/1962-12/1999) ; 1. số liệu từng năm riêng biệt, 2. trung bình của tất cả các năm

đến 280 km. Chiều cao biểu kiến của lớp F ban đêm đạt cực tiểu vào khoảng 3h00LT. Vào ban ngày khi quá trình quang ion hóa phát triển mạnh, lớp F tách thành 2 lớp F1 và F2 nằm ở các độ cao trung bình xấp xỉ khoảng 210-240 km và 260-350 km tương ứng. Lớp E chỉ tồn tại vào ban ngày, từ

khoảng 6h00 tới khoảng 18h00 giờ địa phương, và nằm ở độ cao trung bình 100-120 km. Vào ban ngày, các độ cao biểu kiến h'E, h'F1 đạt cực tiểu vào khoảng giữa trưa, còn h'F2 đạt cực đại vào thời điểm này. Tuy nhiên cực trị trên đường cong h'E kém rõ rệt hơn trên các đường cong h'F1 và h'F2.



Hình 2. Biến thiên ngày đêm của foE, foF1 và foF2 trung bình năm tại đài điện ly Phú Thủy (số liệu 8/1962-12/1999)

Từ khoảng 7h00 tới khoảng 17h00 tiến trình của các độ cao biểu kiến gần như đối xứng qua 12 giờ trưa. Sau 18h00 sự phân tách của lớp F không còn, độ cao biểu kiến h'F trung bình tăng dần tới giữa đêm sau đó giảm tới cực tiểu vào khoảng 3h00. Sau cực tiểu này h'F tiếp tục tăng lên và bắt đầu có sự phân tách lớp vào khoảng 6-7h00. Sự chênh lệch giữa độ cao h'F2 vào giữa đêm và vào giữa trưa trung bình là khoảng 80 km. Tại Phú Thụy, độ cao biểu kiến của lớp F vào ban ngày (lớp F2) cao hơn vào ban đêm, đây là tiến trình đặc trưng của độ cao biểu kiến của lớp F đối với vùng xích đạo và cận xích đạo [8]. Vào ban ngày độ cao biểu kiến của các lớp đều đạt cực trị vào giữa trưa, chứng tỏ sự thay đổi nhiệt độ của lớp khí quyển trên cao có ảnh hưởng quyết định tới sự thay đổi độ cao các lớp.

Tần số tới hạn foE tăng dần từ 6h00 tới cực đại khoảng 12h00, sau đó giảm dần và biến mất vào khoảng 18h00. Tiến trình của foE có dạng đối xứng rất rõ ràng qua 12h00. Tần số tới hạn foF1 tăng dần từ khi lớp này xuất hiện do sự phân tách của lớp F vào khoảng 6-7h00 và cũng đạt cực đại vào khoảng 12h00. Tính đối xứng của tiến trình theo thời gian foF1 kém rõ rệt hơn tính đối xứng của foE. Tiến trình ngày đêm foF2 có dạng sóng đơn không có tính đối xứng [12], có một cực tiểu vào khoảng 5h00 (trước khi Mặt Trời mọc) và một cực đại vào khoảng 15h00.

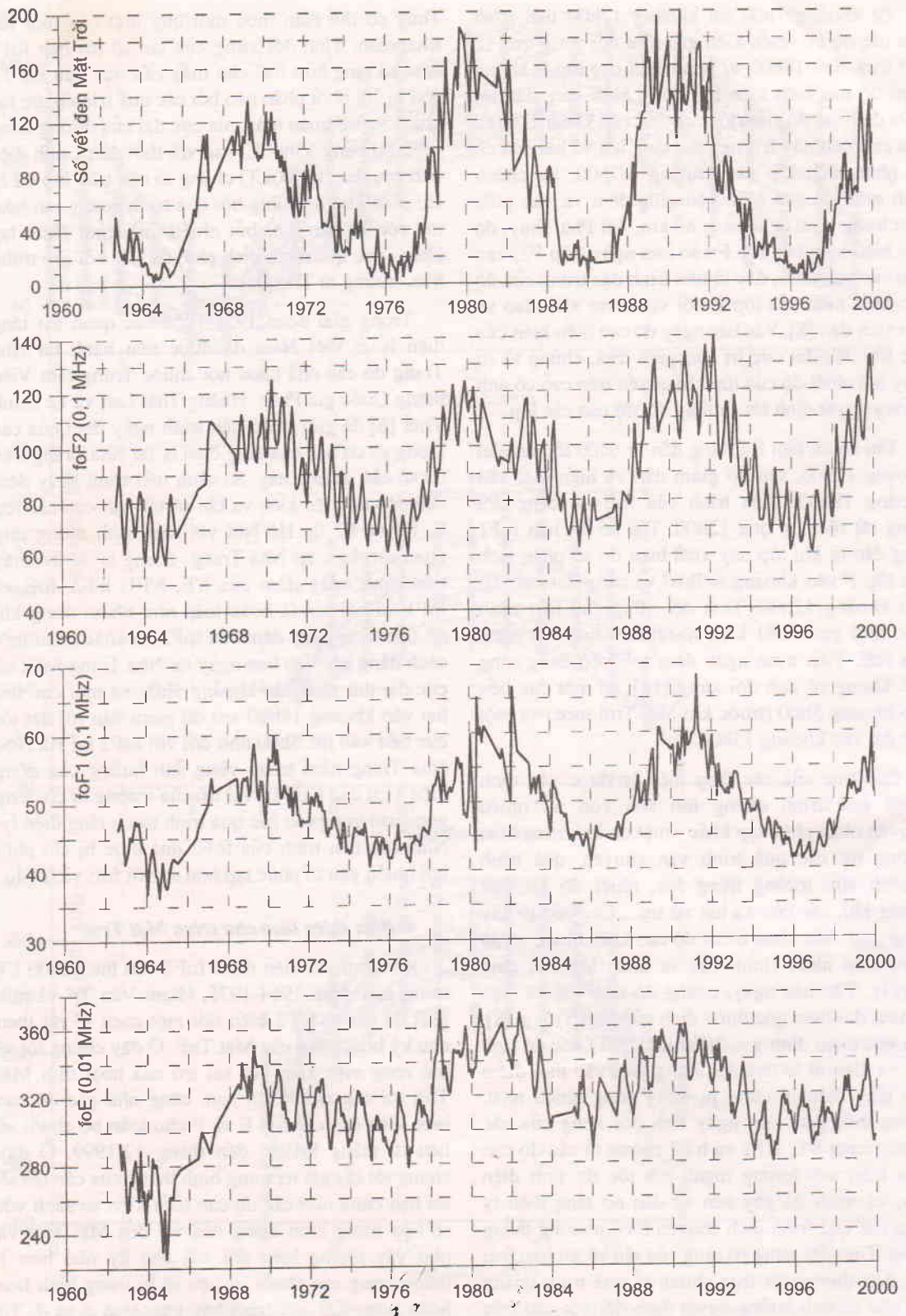
Cấu trúc của các tầng điện ly được xác định ngoài quá trình quang ion hóa còn do nhiều nguyên nhân phức tạp khác : mật độ khí trung hòa, trường từ, các quá trình vận chuyển, quá trình khuếch tán, trường trọng lực, nhiệt độ áp suất không khí, các bức xạ hạt vũ trụ... Các yếu tố này đóng góp khác nhau ở các độ cao khác nhau, và đó là nguyên nhân chính của sự phân lớp của tầng điện ly. Vào ban ngày, cường độ sinh ion và điện tử biến đổi theo góc thiên đỉnh của Mặt Trời χ [8]. Khi góc thiên đỉnh $\chi = 0$ (lúc 12h00LT), tốc độ sinh ion và điện tử là cực đại, đồng thời vào thời điểm này tầng điện ly cũng bị nung nóng nhiều nhất. Trong thời gian ban ngày tính đối xứng của các đường cong h'E, h'F1 và h'F2 chứng tỏ các độ cao biểu kiến ảnh hưởng mạnh bởi tốc độ sinh điện tích, và nhiệt độ gây nên sự dẫn nở tầng điện ly hoặc các quá trình dịch chuyển theo phương thẳng đứng. Tính đối xứng rõ ràng của tần số tới hạn foE qua thời điểm giữa trưa chứng tỏ quá trình quang ion hóa có ảnh hưởng quyết định đối với cấu trúc của lớp E và như vậy lớp E quan sát được tại Phú

Thụy có thể tuân theo mọi quy luật của một lớp Chapman. Tính đối xứng của tần số tới hạn foF1 kém rõ ràng hơn foE cho thấy cấu trúc của lớp F1 còn bị chi phối phần nào bởi các quá trình phức tạp khác. Sự trở hoàn toàn của cực đại của đường cong foF2 (khoảng 15h00LT) so với thời điểm sinh điện tích cực đại (12h00LT) chứng tỏ cấu trúc lớp F2 bị chi phối không những bởi quá trình quang ion hóa, mà còn bị chi phối bởi nhiều quá trình phức tạp khác : các quá trình dịch chuyển gây bởi gió trung hòa, trường từ Trái Đất...

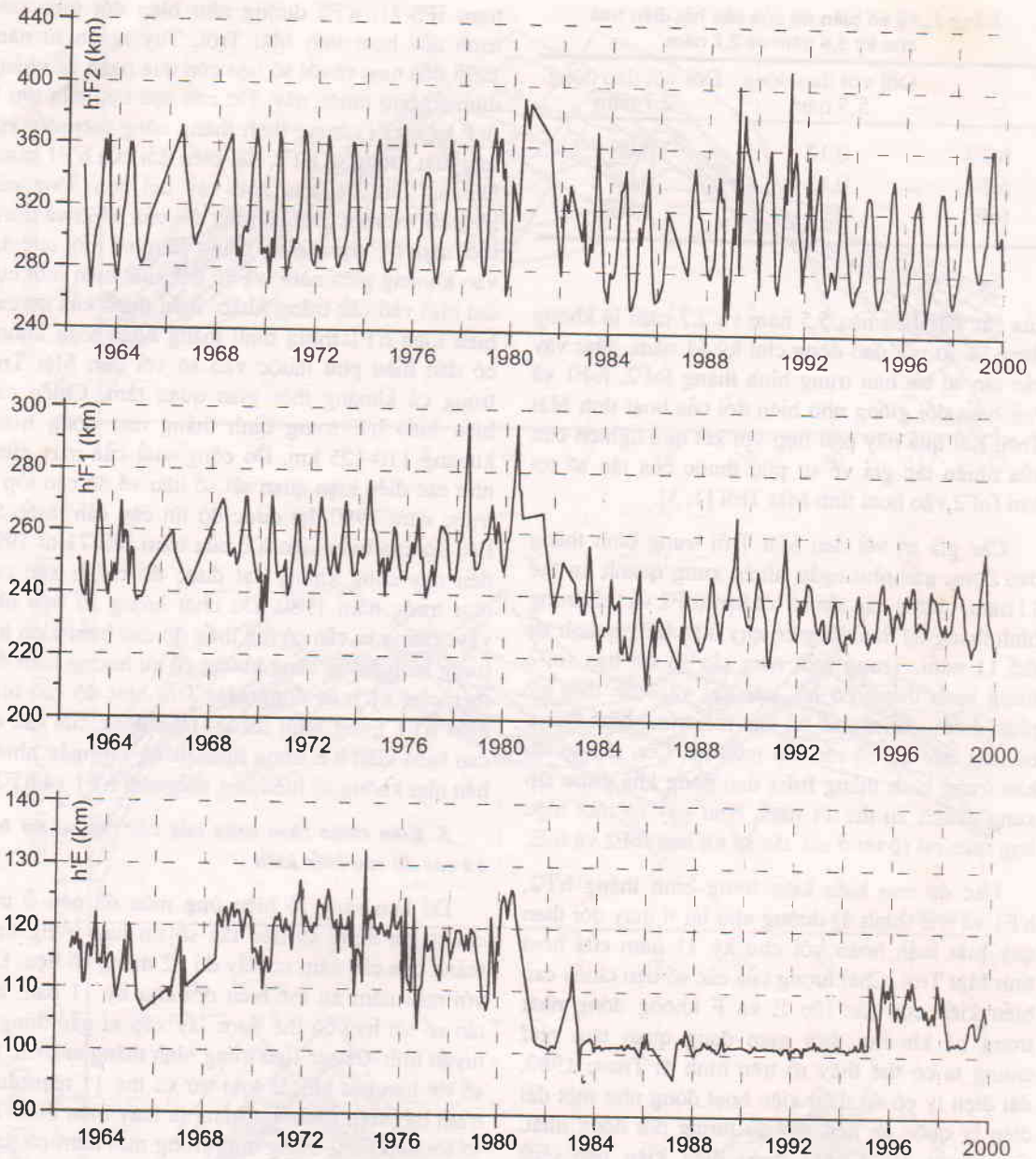
Trong giai đoạn 1951-1956 các quan sát tầng điện ly ở Việt Nam đã được tiến hành tại Nha Trang do các nhà khoa học thuộc Trung tâm Viễn thông Quốc gia Pháp. Hoàng Thái Lan và Lê Minh Triết [6] đã giới thiệu tiến trình ngày đêm của các thông số cơ bản của tầng điện ly tại Nha Trang trên cơ sở các số liệu này. So sánh tiến trình ngày đêm của độ cao biểu kiến và tần số tới hạn của các lớp E, F1 và F2 tại Hà Nội với tiến trình tương ứng quan sát được tại Nha Trang chúng ta có thể thấy tiến trình ngày đêm của h'E, h'F1, h'F2, foE và foF1 tại hai nơi là hoàn toàn như nhau, trong khi đó tiến trình ngày đêm của foF2 lại khác nhau một cách đáng kể. Vào ban ngày tại Nha Trang foF2 có cực đại thứ nhất vào khoảng 9h00 và một cực thứ hai vào khoảng 18h00 sau đó giảm dần rồi đạt tới cực tiểu vào lúc 5h00 như đối với foF2 tại Hà Nội. Nha Trang nằm trong vùng ảnh hưởng của dòng điện xích đạo [2, 11], vai trò của trường từ có đóng góp quan trọng vào các quá trình trong tầng điện ly. Như vậy tiến trình của foF2 quả thực bị chi phối bởi nhiều yếu tố phức tạp hơn so với foE và foF1.

4. Biến thiên theo chu trình Mặt Trời

Khi xem xét biến thiên foF2 vào lúc 12h00 LT trong giai đoạn 1964-1975, Phạm Văn Trì và nnk [12] đã chỉ ra foF2 biến đổi một cách rõ rệt theo chu kỳ hoạt động của Mặt Trời. Ở đây chúng tôi sẽ mở rộng việc xem xét vai trò của hoạt tính Mặt Trời tới các tần số tới hạn, cũng như các độ cao biểu kiến của các lớp E và F cho toàn bộ chuỗi số liệu từ tháng 8/1962 đến tháng 12/1999. Ở đây chúng tôi lấy giá trị trung bình tháng của các tần số tới hạn cũng như các độ cao biểu kiến so sánh với số liệu trung bình tháng của vết đen Mặt Trời và như vậy những biến đổi với chu kỳ nhỏ hơn 1 tháng trong các chuỗi số liệu sẽ bị trung bình hóa hoàn toàn. Kết quả trình bày trên hình 3 và 4. Từ hình 3 thấy rõ các tần số tới hạn trung bình tháng



Hình 3. Biến đổi theo thời gian của foE, foF1, foF2 và của số vết đen Mặt Trời trung bình tháng



Hình 4. Biến đổi theo thời gian của h'E, h'F1 và h'F2 trung bình tháng

foF2, foF1 và foE biến đổi với xu thế chung hoàn toàn phù hợp với xu thế biến đổi với chu kỳ 11 năm của vết đen Mặt Trời. Tương quan giữa các tần số tới hạn foF2, foF1 và foE trung bình tháng và số vết đen Mặt Trời trung bình tháng tương ứng là 0,83, 0,86 và 0,72. Như vậy rõ ràng các tần số tới hạn trung bình tháng của các lớp E và F phụ thuộc rất chặt chẽ vào hoạt tính của Mặt Trời. Chúng tôi đã tiến hành xấp xỉ chuỗi số liệu foF2,

foF1 và foE trung bình tháng bằng chuỗi các dao động chu kỳ 11 năm và các hài điều hoà 5,5 và 2,7 năm, tính tỷ số biên độ của các hài điều hoà so với biên độ của dao động 11 năm và trình bày kết quả trong *bảng 1*. Từ số liệu của *bảng 1* chúng ta có thể thấy rằng đối với cả ba tần số tới hạn đang xem xét tỷ số biên độ của các dao động chu kỳ 5,5 và 2,7 năm so với biên độ dao động chu kỳ 11 năm chỉ cỡ 10-20% và dưới 10% một cách tương ứng, vai trò

Bảng 1. Tỷ số biên độ của các hài điều hoà chu kỳ 5,5 năm và 2,7 năm

	Đối với dao động 5,5 năm	Đối với dao động 2,7 năm
foF2	0,12	0,06
foF1	0,13	0,08
foE	0,23	0,03

của các hài điều hòa 5,5 năm và 2,7 năm là không đáng kể so với dao động chu kỳ 11 năm. Như vậy các tần số tới hạn trung bình tháng foF2, foF1 và foE biến đổi giống như biến đổi của hoạt tính Mặt Trời. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của nhiều tác giả về sự phụ thuộc của tần số tới hạn foF2 vào hoạt tính Mặt Trời [1, 5].

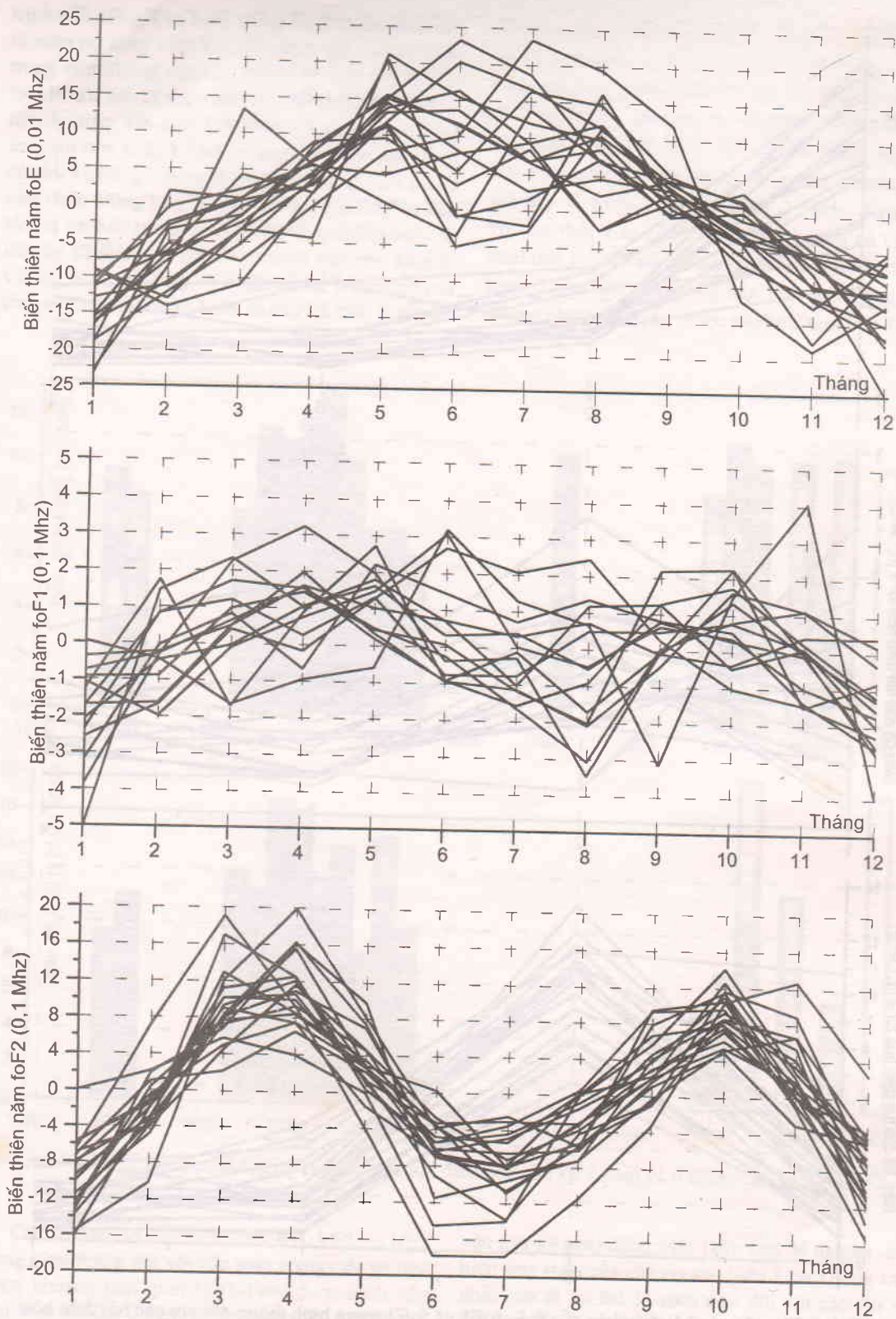
Các giá trị vết đen Mặt Trời trung bình tháng dao động gần như ngẫu nhiên xung quanh xu thế 11 năm, nhưng các tần số tới hạn foF2 và foE trung bình tháng lại dao động có quy luật xung quanh xu thế 11 năm. Trong mỗi năm tần số tới hạn foF2 trung bình tháng có hai cực đại vào các thời kỳ phân điểm, còn tần số tới hạn foE trung bình tháng có một cực đại rõ rệt vào mùa hè. Còn tần số tới hạn trung bình tháng foF1 dao động khá phức tạp xung quanh xu thế 11 năm. Như vậy có một hiệu ứng mùa rất rõ rệt ở các tần số tới hạn foF2 và foE.

Các độ cao biểu kiến trung bình tháng h'F2, h'F1 và h'E (hình 4) dường như lại ít thay đổi theo quy luật tuần hoàn với chu kỳ 11 năm của hoạt tính Mặt Trời. Chất lượng của các số liệu chiều cao biểu kiến của các lớp E và F không đồng nhất trong cả khoảng thời gian đang quan tâm như chúng ta có thể thấy rõ trên hình 4. Trước 1980, đài điện ly có đủ điều kiện hoạt động như một đài điện ly quốc tế, nên số liệu tương đối đồng nhất. Giai đoạn 1980-1995 thiếu điều kiện nên chất lượng số liệu kém, sau 1995 với việc trang bị mới thiết bị thăm dò số IPS-71, chất lượng số liệu hoàn thiện hơn. Loại trừ những biến đổi bất thường trên các đường cong của hình 4, chúng ta thấy các tần số tới hạn foF2 trung bình tháng biến đổi khá đều trong khoảng 260-360 km xung quanh độ cao cỡ 300-320 km. Trong mỗi năm h'F2 trung bình tháng có một cực đại rất rõ vào giữa năm và một cực tiểu khoảng tháng 1 hoặc tháng 12. Trước 1980 cực đại và cực tiểu đã nêu gần như không đổi nằm ở độ cao khoảng 360 km và 280 km tương ứng. Sau năm 1995, với số liệu quan trắc khá tin cậy của

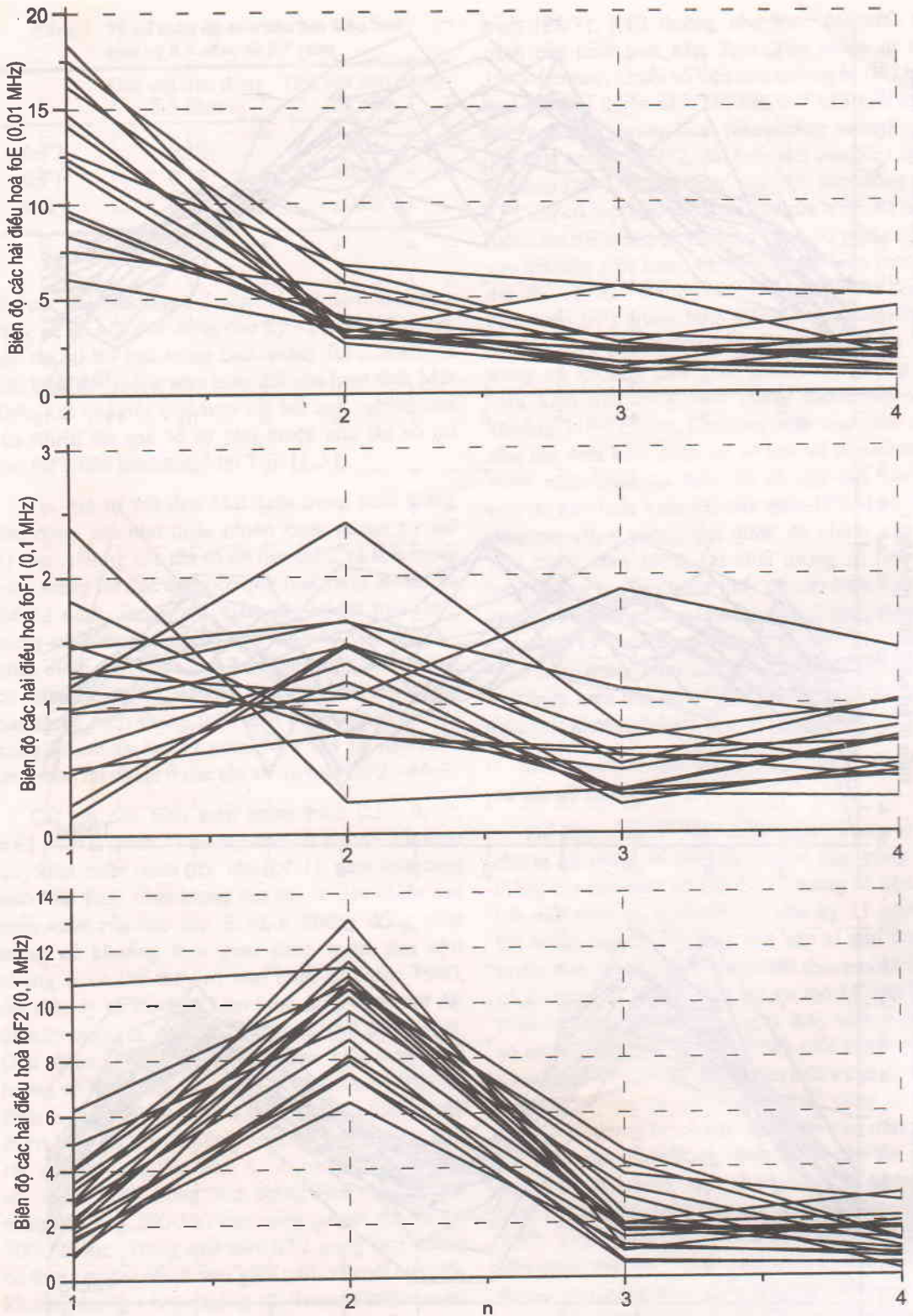
trạm IPS-71, h'F2 dường như biến đổi theo tiến trình của hoạt tính Mặt Trời. Tuy nhiên từ năm 1995 đến nay, chuỗi số liệu còn quá ngắn để khẳng định sự phụ thuộc này. Độ cao cực tiểu của lớp F (h'F hay h'F1) trung bình tháng cũng biến đổi với quy luật tương tự h'F2, dải biến đổi của h'F1 trong khoảng 220-270 km, như vậy dải dao động của h'F1 chỉ cỡ một nửa dải biến đổi của h'F2, và trong mỗi năm h'F trung bình tháng cũng có một cực đại vào khoảng giữa năm, và có thể xuất hiện một cực đại nhỏ vào các tháng khác. Biến thiên của độ cao biểu kiến h'F1 trung bình tháng hoàn toàn không có dấu hiệu phụ thuộc vào số vết đen Mặt Trời trong cả khoảng thời gian quan tâm. Chiều cao biểu kiến h'E trung bình tháng dao động trong khoảng 110-125 km. Do công suất của máy cũng như các điều kiện quan sát số liệu về độ cao lớp E trước năm 1980 đạt được độ tin cậy cần thiết. Số liệu độ cao biểu kiến h'E của trạm IPS-71 từ 1995 đến nay cũng không đạt được độ chính xác cao như trước năm 1980. Dù chất lượng số liệu như vậy, chúng ta vẫn có thể thấy độ cao biểu kiến h'E trung bình tháng cũng không có xu hướng biến đổi theo chu kỳ hoạt động Mặt Trời như độ cao biểu kiến h'F1 trung bình tháng. Dao động của các độ cao biểu kiến h'E trung bình tháng rất ngẫu nhiên, hầu như không có hiệu ứng mùa như h'F1 và h'F2.

5. Biến thiên theo mùa của các tần số tới hạn và các độ cao biểu kiến

Để làm sáng tỏ hiệu ứng mùa đã nêu ở trên chúng tôi dùng số liệu tần số tới hạn trung bình tháng của các năm có đầy đủ 12 tháng số liệu. Đối với mỗi năm xu thế biến đổi chu kỳ 11 năm của tần số tới hạn có thể được lấy xấp xỉ gần đúng là tuyến tính. Các số liệu trung bình tháng của các tần số tới hạn sau khi đã loại trừ xu thế 11 năm được trình bày trên hình 5. Chúng ta thấy biến thiên tần số tới hạn foF2 trung bình trong mỗi năm có dạng sóng đơn với cực đại rất rõ vào thời kỳ phân điểm. Biến thiên của tần số tới hạn foE cũng có dạng sóng đơn nhưng lại có cực đại rõ rệt vào mùa hè và cực tiểu vào mùa Đông. Biến thiên của tần số tới hạn foF1 khá phức tạp, nhìn chung là không thể hiện rõ hiệu ứng mùa như các tần số tới hạn foE và foF2. Tuy nhiên khi nghiên cứu kỹ từng năm số liệu riêng biệt thấy tiến trình của foF1 trung bình tháng có những năm biến đổi gần như tiến trình của foF2 (1964, 1997), nghĩa là cũng có cực trị vào thời kỳ phân điểm, nhưng cũng có năm lại biến đổi gần như tiến trình của foE (1963). Như vậy tiến



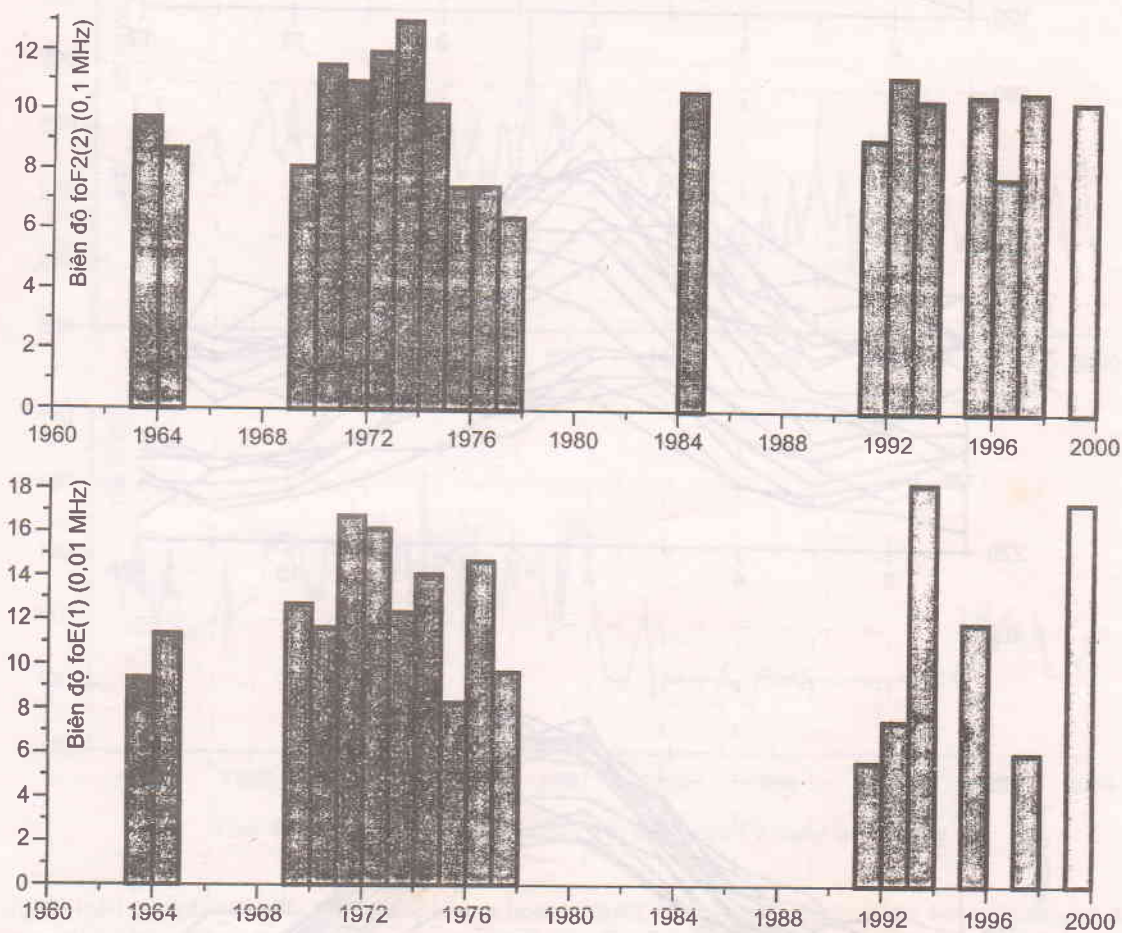
Hình 5. Biến thiên mùa của foE, foF1 và foF2



Hình 6. Biên độ các hài điều hoà của foE, foF1 và foF2 trung bình tháng đối với các hài điều hoà chu kỳ 1 năm (n=1), 6 tháng (n=2), 4 tháng (n=3) và 3 tháng (n=4)

trình của các giá trị foF1 trung bình tháng biến đổi từ năm nọ sang năm kia khá phức tạp. Các số liệu trung bình tháng của các tần số tới hạn sau khi đã loại bỏ xu thế 11 năm như trên được đưa vào phân tích Fourier với $n = 1-4$. Như vậy các dao động ứng với $n = 1, 2, 3$ và 4 sẽ ứng với các dao động có chu kỳ bằng 1 năm, 6 tháng, 4 tháng và 3 tháng một cách tương ứng. Kết quả phân tích Fourier các tần số tới hạn trung bình tháng cho những năm có đầy đủ 12 tháng số liệu được trình bày trên hình 6. Chúng ta có thể thấy rõ ở tần số foF2 biên độ của chu kỳ 6 tháng hoàn toàn chiếm ưu thế, ở tần số

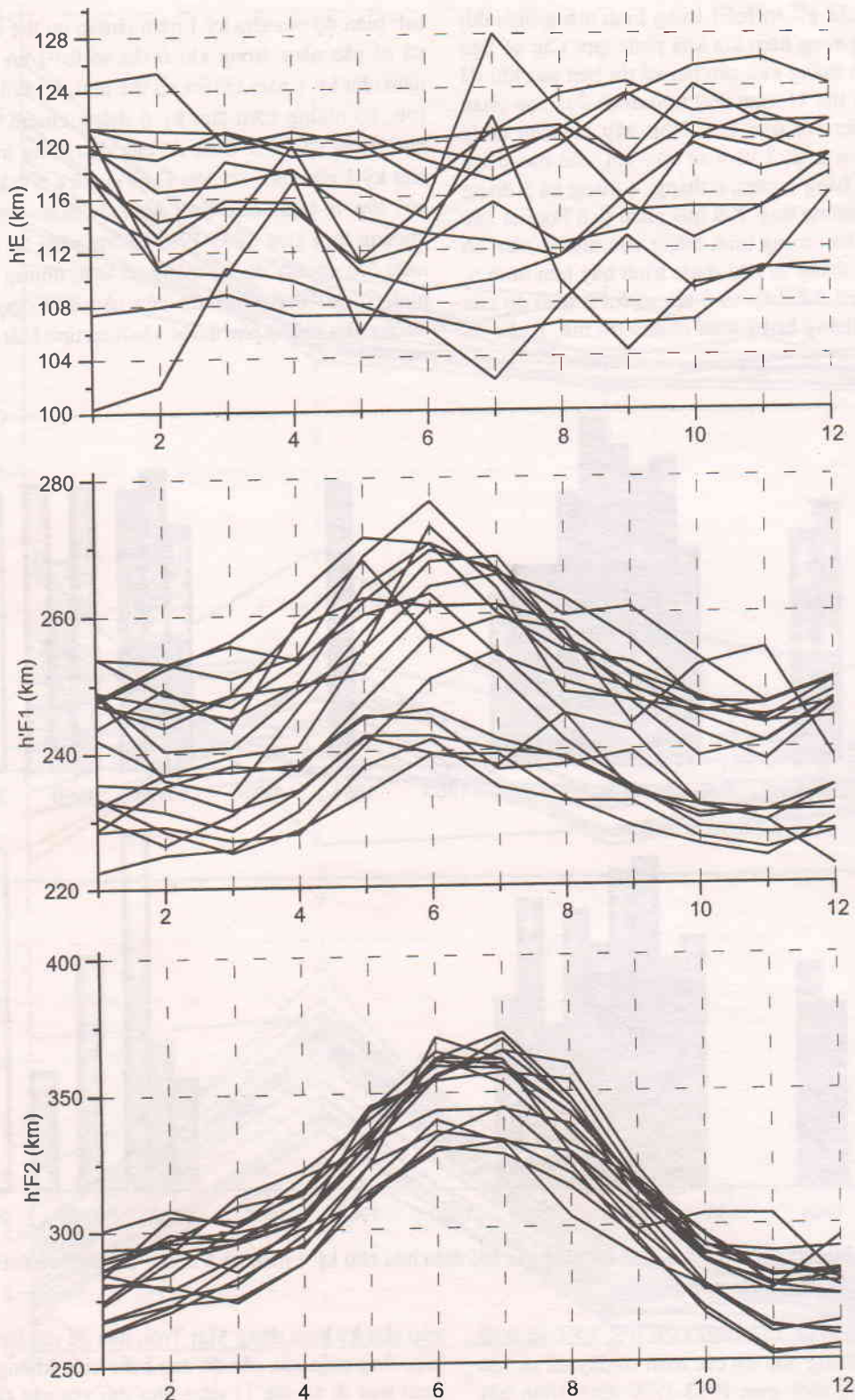
foE biên độ của chu kỳ 1 năm chiếm ưu thế đối với tất cả các năm, trong khi ở tần số foF1 có những năm chu kỳ 1 năm chiếm ưu thế như đối với tần số foE, có những năm chu kỳ 6 tháng chiếm ưu thế như ở tần số foF2. Biên độ của dao động ứng với chu kỳ 1 năm đối với lớp E và chu kỳ 6 tháng đối với lớp F trình bày trên hình 7. Mặc dù trong khoảng thời gian 1963-1999 không phải tất cả các năm đều có đầy đủ 12 tháng số liệu, nhưng đồ thị hình 7 cho thấy biên độ của các dao động này dường như không phụ thuộc vào hoạt tính Mặt Trời.



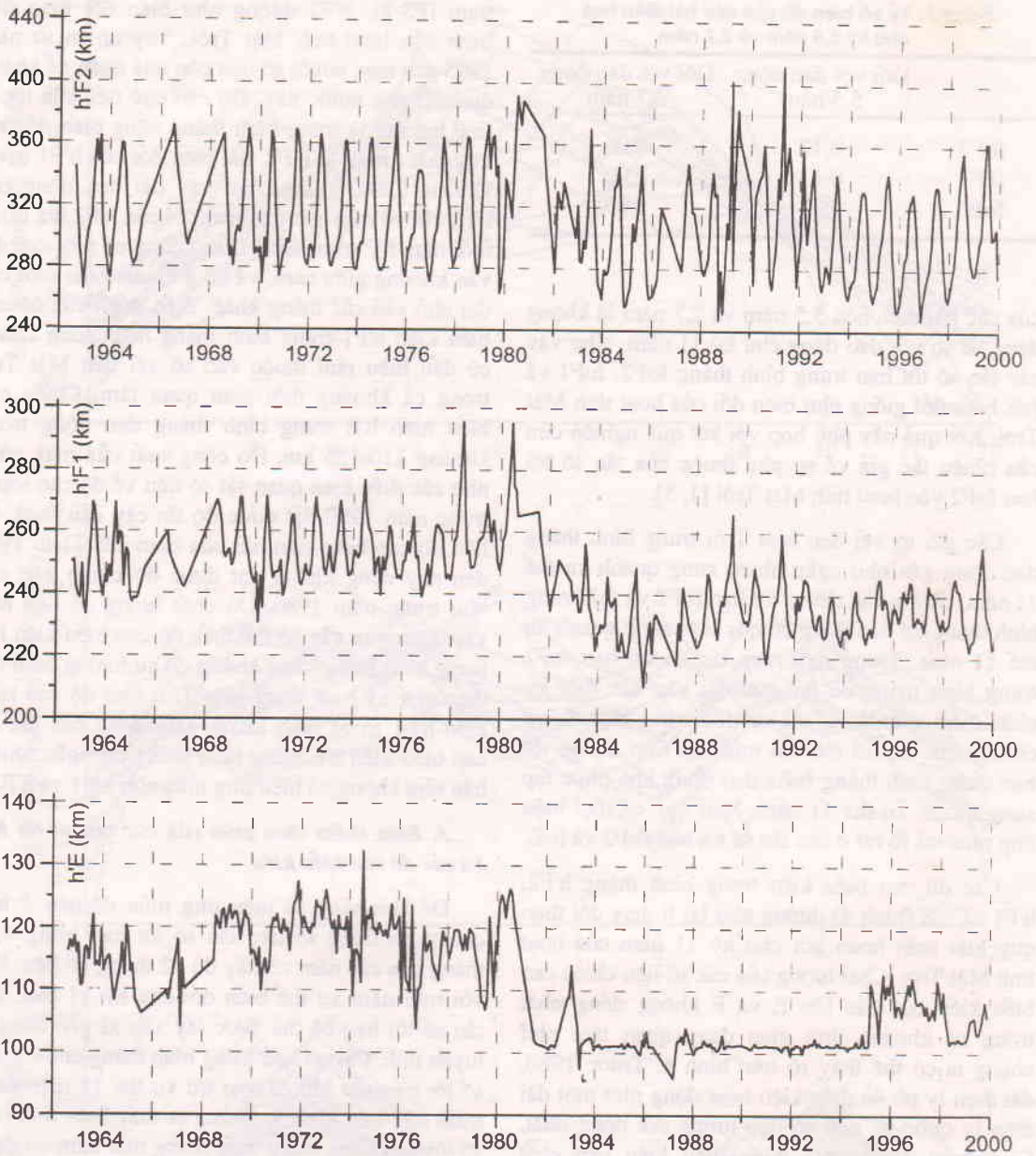
Hình 7. Biến thiên theo thời gian biên độ các hài điều hòa chu kỳ 1 năm và 6 tháng của foE và foF2

Các số liệu độ cao biểu kiến h'E, h'F1 và h'F2 trung bình tháng đối với các năm có đầy đủ số liệu trong khoảng thời gian 1963-1999 được trình bày trên hình 8. Như ở trên chúng ta đã thấy các độ cao biểu kiến của các lớp đường như không phụ thuộc

vào chu kỳ hoạt động Mặt Trời, nên để nghiên cứu hiệu ứng mùa của các độ cao biểu kiến không cần phải loại đi xu thế 11 năm như đối với các tần số tới hạn. Từ hình 8 có thể thấy độ cao biểu kiến h'F2 trung bình tháng có cực đại rất rõ rệt vào 2



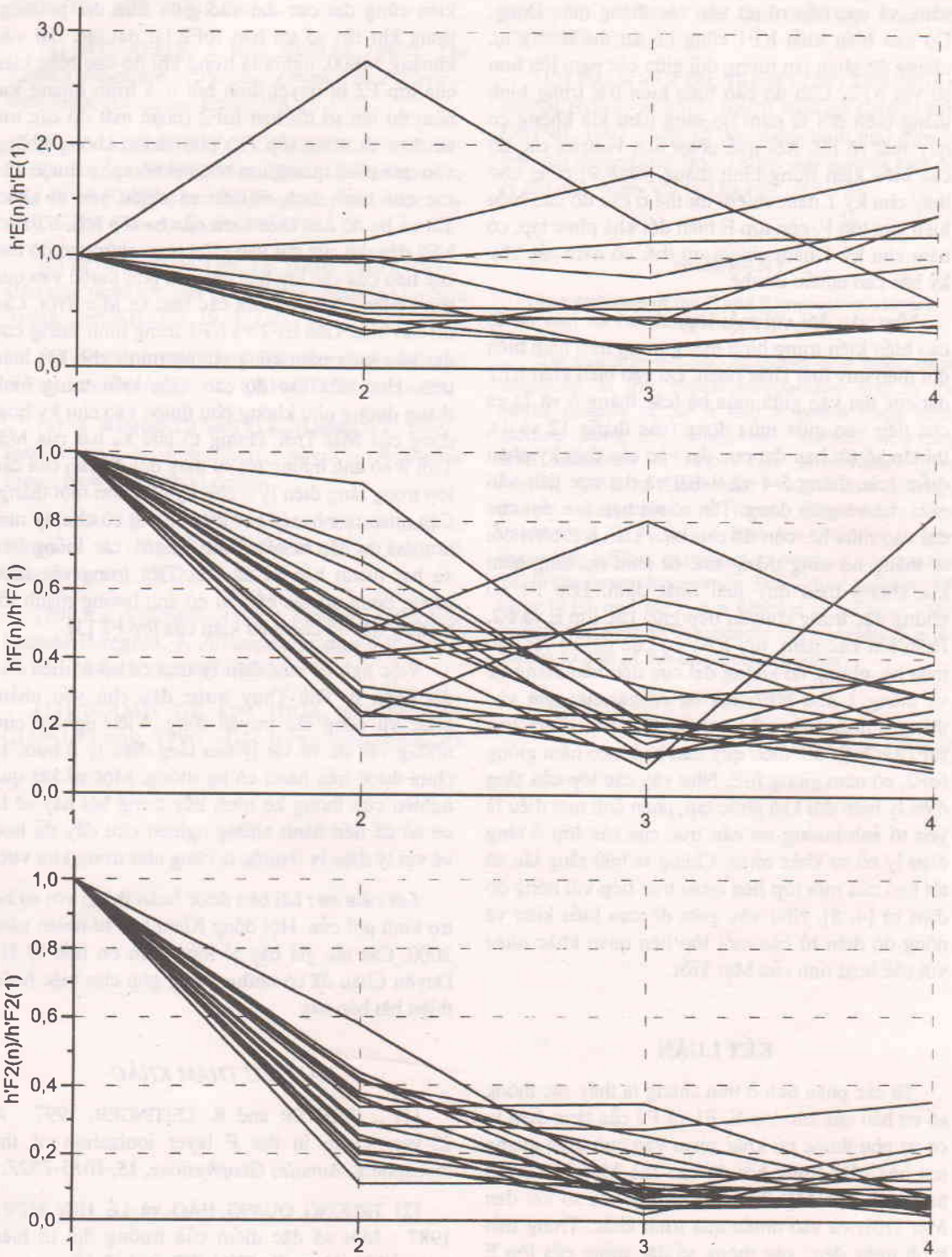
Hình 8. Biến thiên mùa của h'E, h'F1 và h'F2



Hình 4. Biến đổi theo thời gian của h'E, h'F1 và h'F2 trung bình tháng

foF2, foF1 và foE biến đổi với xu thế chung hoàn toàn phù hợp với xu thế biến đổi với chu kỳ 11 năm của vết đen Mặt Trời. Tương quan giữa các tần số tới hạn foF2, foF1 và foE trung bình tháng và số vết đen Mặt Trời trung bình tháng tương ứng là 0,83, 0,86 và 0,72. Như vậy rõ ràng các tần số tới hạn trung bình tháng của các lớp E và F phụ thuộc rất chặt chẽ vào hoạt tính của Mặt Trời. Chúng tôi đã tiến hành xấp xỉ chuỗi số liệu foF2,

foF1 và foE trung bình tháng bằng chuỗi các dao động chu kỳ 11 năm và các hài điều hoà 5,5 và 2,7 năm, tính tỷ số biên độ của các hài điều hoà so với biên độ của dao động 11 năm và trình bày kết quả trong *bảng 1*. Từ số liệu của *bảng 1* chúng ta có thể thấy rằng đối với cả ba tần số tới hạn đang xem xét tỷ số biên độ của các dao động chu kỳ 5,5 và 2,7 năm so với biên độ dao động chu kỳ 11 năm chỉ cỡ 10-20% và dưới 10% một cách tương ứng, vai trò



Hình 9. Tỷ số biên độ các hài điều hòa n khác nhau của $h'E$, $h'F1$ và $h'F2$ trung bình tháng so với biên độ hài điều hòa chu kỳ 1 năm ($n=1$)

tháng giữa năm (tháng 6 và 7) trong tất cả các năm, và cực tiểu rõ rệt vào các tháng mùa Đông. Độ cao biểu kiến h'F1 cũng có xu thế tương tự, nhưng độ phân tán tương đối giữa các năm lớn hơn so với h'F2. Còn độ cao biểu kiến h'E trung bình tháng biến đổi từ năm nọ sang năm kia không có quy luật rõ rệt. Kết quả phân tích Fourier các độ cao biểu kiến trung bình tháng (hình 9) cũng cho thấy chu kỳ 1 năm chiếm ưu thế ở các độ cao biểu kiến của lớp F, còn lớp E biến đổi khá phức tạp, có năm chu kỳ 1 năm chiếm ưu thế, có năm các chu kỳ bậc cao chiếm ưu thế.

Như vậy đối với mỗi lớp, tần số tới hạn và độ cao biểu kiến trung bình tháng trong mỗi năm biến đổi theo quy luật khác nhau. Độ cao biểu kiến h'F2 đạt cực đại vào giữa mùa hè (các tháng 6 và 7) và cực tiểu vào giữa mùa đông (các tháng 12 và 1), thì tần số tới hạn đạt cực đại vào các thời kỳ phân điểm (các tháng 3-4 và 9-10) và đạt cực tiểu vào giữa hè và giữa đông. Tần số tới hạn foE đạt cực đại vào mùa hè, còn độ cao biểu kiến h'E biến đổi từ tháng nọ sang tháng kia, từ năm nọ sang năm kia không theo quy luật nhất định. Lớp F1 có những đặc trưng chuyển tiếp giữa các lớp E và F2. Phần lớn các năm, tuy h'F1 có cực đại rõ rệt vào mùa hè, nhưng lại không đạt cực tiểu vào tháng 12 và tháng 1 như h'F2, mà lại có hai cực tiểu vào tháng 2 hoặc tháng 3 và tháng 11. Tần số tới hạn foF1 lại biến đổi theo quy luật khác, có năm giống foF2, có năm giống foE. Như vậy các lớp của tầng điện ly biến đổi khá phức tạp, phản ánh một điều là yếu tố ảnh hưởng tới cấu trúc của các lớp ở tầng điện ly có sự khác nhau. Chúng ta biết rằng tần số tới hạn của mỗi lớp liên quan trực tiếp với nồng độ điện tử [4, 8]. Như vậy giữa độ cao biểu kiến và nồng độ điện tử của mỗi lớp liên quan khác nhau với các hoạt tính của Mặt Trời.

KẾT LUẬN

Từ các phân tích ở trên chúng ta thấy các thông số cơ bản của các lớp E, F1 và F2 của tầng điện ly có sự phụ thuộc rất khác nhau vào quá trình quang ion hóa (đặc trưng bởi độ cao của Mặt Trời), vào hoạt tính của Mặt Trời (đặc trưng bởi số vết đen Mặt Trời) và vào nhiều quá trình khác. Trong tiến trình ngày đêm, các thông số đặc trưng của lớp E và lớp F1 (foE, foF1, h'E và h'F1) đều đạt cực trị vào giữa trưa địa phương, chứng tỏ cấu trúc của lớp E và lớp F1 hầu như chỉ bị quyết định bởi quá

trình quang ion hóa. Đối với lớp F2, độ cao biểu kiến cũng đạt cực đại vào giữa trưa địa phương, trong khi tần số tới hạn foF2 lại đạt cực đại vào khoảng 14h00, nghĩa là trong khi độ cao biểu kiến của lớp F2 bị quyết định bởi quá trình quang ion hóa, thì tần số tới hạn foF2 (hoặc mật độ các ion và điện tử trong lớp F2) phụ thuộc không những vào quá trình quang ion hóa mà còn phụ thuộc vào các quá trình dịch chuyển và nhiều yếu tố khác. Tất cả ba độ cao biểu kiến của ba lớp h'E, h'F1 và h'F2 đều đạt cực đại vào giữa trưa, chứng tỏ độ cao cực tiểu của các lớp hầu như chỉ phụ thuộc vào quá trình quang ion hoá của các bức xạ Mặt Trời. Các độ cao biểu kiến h'F2 và h'F1 trung bình tháng cực đại vào giữa năm cũng chứng minh cho kết luận trên. Hơn nữa các độ cao biểu kiến trung bình tháng dường như không phụ thuộc vào chu kỳ hoạt động của Mặt Trời, chứng tỏ bức xạ hạt của Mặt Trời ít có ảnh hưởng tới sự thay đổi độ cao của các lớp trong tầng điện ly ở chu kỳ nhỏ hơn một tháng. Cần nhấn mạnh, với các hiện tượng có chu kỳ nhỏ hơn (ví dụ bão từ bắt đầu bất ngờ), các luồng bức xạ hạt mạnh bắn ra từ Mặt Trời trong các hiện tượng bùng nổ sắc cầu lại có ảnh hưởng mạnh tới sự thay đổi độ cao biểu kiến của lớp F2 [3].

Việc nghiên cứu điện ly trên cơ sở số liệu của đài Điện ly Phú Thọ trước đây chủ yếu nhằm phục vụ công tác truyền sóng. Việc nghiên cứu những vấn đề về vật lý của tầng điện ly ở nước ta chưa được tiến hành có hệ thống. Một số kết quả nghiên cứu thống kê trình bày trong bài này sẽ là cơ sở để tiến hành những nghiên cứu đầy đủ hơn về vật lý điện ly ở nước ta cũng như trong khu vực.

Lời cảm ơn : bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của Hội đồng Khoa học tự nhiên năm 2000. Các tác giả bày tỏ lòng cảm ơn tiến sỹ Hà Duyên Châu đã có những đóng góp cho việc hoàn thiện bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]FICHTER and R. LEITINGER, 1997 : A 22-year cycle in the F layer ionization of the ionosphere, *Annales Geophysicae*, 15, 1015-1027.
- [2] TRƯƠNG QUANG HẢO và LÊ HUY MINH, 1987 : Một số đặc điểm của trường địa từ biến thiên ở Việt Nam, *Tc CKHVTD*, 9, 1, 7-13.
- [3] TRƯƠNG QUANG HẢO, PHẠM VĂN TRÌ và N.G. KLEIMENOVA, 2000 : Hiệu ứng địa từ điện ly

trong bão từ mạnh 13 tháng 3 năm 1989 Tc CKHvTĐ, T.22, 3, 237-240.

[4] M.C. KELLY, & R.A. HEELIS, 1989 : *The Earth's Ionosphere, Plasma Physics and Electrodynamics*, Academic Press, INC.

[5] V.V. KUZNETSOV, V.V. PLOTKIN, G.V. NESTEROVA and I. I. NESTEROVA, 1998 : Universal variation of the F2-layer critical frequency and solar activity, *Earth Planets Space*, 50, 57-61.

[6] HOÀNG THÁI LAN, LÊ MINH TRIẾT, 1997 : Cấu trúc phân lớp của tầng điện ly quan sát tại Nha Trang, Tc CKHvTĐ, 19, 2, 150-153.

[7] LÊ HUY MINH, 1999 : Bão từ bất đầu bất ngờ ở Việt Nam và Ấn Độ, Tc CKHvTĐ, 21, 1, 14-25.

[8] H. RISHBETH and O.K. GARRIOTT, 1969 : *Introduction to ionospheric physics*, Academic Press, New York and London.

[9] J.H. SASTRI, 1990 : Equatorial anomaly in F-region. A review, *Indian Journal of Radio & Space Physics*, 19, 225-240.

[10] R.J. STENING, 1992 : Modelling the low latitude F region, *J. Atmospheric and Terrestrial Physics*, 54, 11/12, 1387-1412.

[11] NGUYỄN THỊ KIM THOA, NGUYỄN VĂN GIẢNG và nnk, 1990 : Đặc trưng biến thiên của

trường địa từ dưới ảnh hưởng của vòng điện xích đạo quan sát được trên lãnh thổ Việt Nam, Tc CKHvTĐ, 12, 2, 33-42.

[12] PHẠM VĂN TRÌ, TRỊNH HỒNG TIẾN, PHẠM MẠNH HÙNG, NGUYỄN BẠCH MAI và CHIÊU KIM QUỲNH, 1997 : Một số đặc điểm hình thái điện ly trên đài điện ly Hà Nội, *Thành tựu nghiên cứu vật lý địa cầu*, Viện Vật lý Địa cầu, 355-378.

SUMMARY

Time variation of the E and F ionospheric layers in Phu Thuy, Vietnam

The average diurnal, seasonal and solar cycle variations in the critical frequencies and in the virtual heights of the E and F layers have been studied using the ionospheric vertical sounding data observed at Phu Thuy observatory from August 1962 to December 1999. The average diurnal evolutions of these parameters are determined. It is found that the monthly critical frequency foF2 is maximum in equinox, meanwhile foE is maximum in summer. The virtual heights of F layer (h'F1 and h'F2) are highest in summer. The annual variation of the critical frequencies is quite similar to that of the sunspot's number.

Ngày nhận bài : 19-12-2000

Viện Vật lý Địa cầu